

# 虎ノ門ヒルズ



## ● 虎ノ門ヒルズにおける蓄熱システムおよび熱回収HPシステムの運用改善

申請者 | 株式会社日本設計、新菱冷熱工業株式会社  
 設備オーナー | 森ビル株式会社

### 虎ノ門ヒルズの建物・設備概要

虎ノ門ヒルズは、オフィス、住宅、ホテル、商業など多様な複合用途を備えた超高層ビルで2014年6月に開業した。計画段階より、国内最高水準のカーボンマイナス性能を目指し、“中温冷水”、“排熱回収低温温水”、“大規模蓄熱槽”、“熱源最適運転支援計画”をコンセプトに掲げ、設備システムを構築した。冷熱源はインバーターボ冷凍機と大型蓄熱槽で構成され、6℃および13℃の冷水を供給している。

オフィス空調の顕熱処理に特化した13℃冷水利用および、冷凍機の冷水製造によって排出される冷却水排熱を低温温水として温熱利用することで、冷熱と温熱を併せたシステム総合効率の向上を図った(図1)。また、インバーターボ冷凍機の部分負荷運転時と冷却水低温時に高効率となる運転特性を活かすために、二次側の要求負荷にあわせ蓄熱・放熱を柔軟に使い分ける蓄熱槽のクッションタンク利用を実施した(図2)。

熱源機器の最適な負荷率、運転時間を判断するために、過去実績と翌日気象予報から負荷を予測、事前シミュレーションで導出された最適運転パターンの中から最適運転スケジュールを抽出する最適運転支援計画ツールも導入した。

### コミッションングの取り組み

虎ノ門ヒルズでは開業当初より、設計者(日本設計)・施工者(新菱冷熱工業)・管理者(森ビル)が一体となりコミッションング体制を構築(図3)し、3年間に渡りコミッションング活動を続けてきた。以降、活動により得られた改善内容の一部を紹介する。

### 最適運転支援計画ツールのチューニング

単位製造熱量あたりの機器別エネルギー消費量のシミュレーション算出値と実績値の比較を行った結果、実績値の方が小さいことが判明した(図4)。

シミュレーションモデルは、設計仕様に基づいた流量および揚程にて決定しており、実運用での配管抵抗に差があることから、エネルギー消費特性の誤差が大きい機器を抽出し、

図1 熱源システム概要

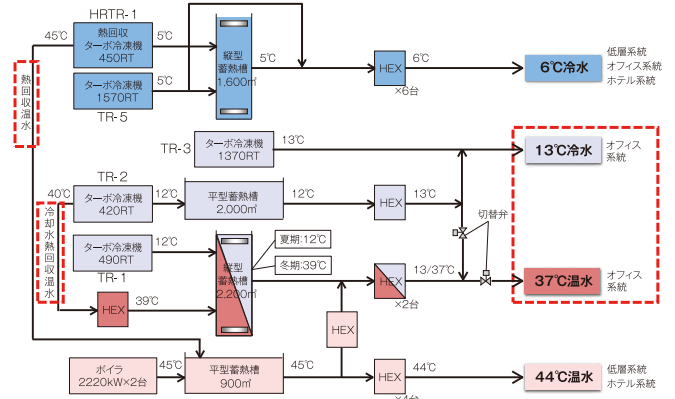


図2 蓄熱槽クッションタンク利用の概念

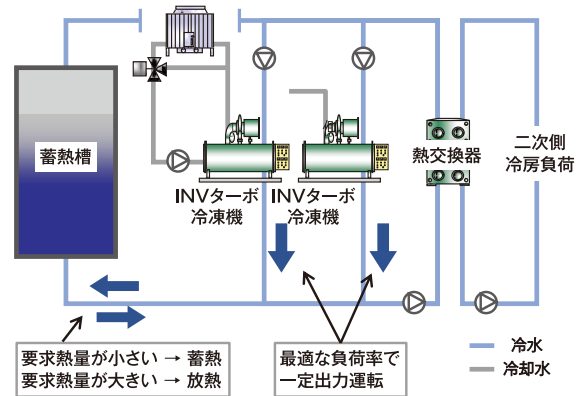
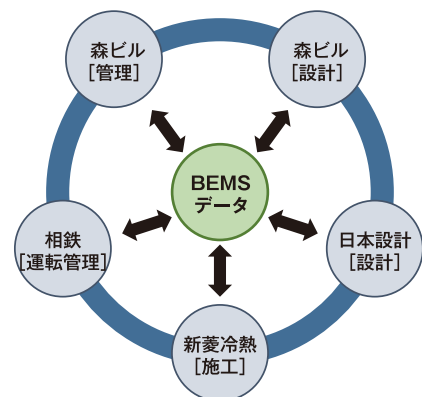


図3 コミッションング推進体制



揚程などの修正を行った。全130パターンの内、エネルギー消費量の変化割合が1%以上となる条件は全体の約3割あり、最もエネルギー消費量の変化割合が大きい条件では14.9%も変化する結果となった。実運用を踏まえたシミュレーションモデルの修正は、重要な運用管理のポイントであり、本チューニングにより、エネルギー消費量は約1.1%削減できた。

本ツールにより、トップクラスの高効率運転が継続されており(図5)、またピーク調整運転にも対応していることから、全館電力デマンド約7,500kWの13%に相当する960kWのピークカット効果が得られた。

### 熱回収型ターボ冷凍機の排熱回収量の改善

熱回収型ターボ冷凍機は、排熱回収運転時に、冷却水バイパス制御弁にて、冷却水流量を制御することで、冷却塔への放熱量を調整し、温水出口温度を制御しているが、運用開始当初、排熱回収量がメーカー仕様値よりも大幅に下回っていた。

運転データにより、排熱回収運転開始時の温水入口温度が計画値35℃に対して37℃と高い状況だったことから、温水出口温度の一時的な上昇により、冷凍機保護のため冷却水ポンプが運転し、その結果、排熱出口温度が45℃を下回っていると考えた。

改善策として、冷却水入口温度設定を32℃から40℃に変更した。その結果、冷却水バイパス制御弁開度が約10%程度大きくなり、温水出口温度および冷却水出口温度が計画値の45℃付近まで上昇、これにより排熱回収率の大幅な向上が得られた(図6)。

### 13℃システムの蓄熱・追掛同時運転化改修工事

13℃(熱源側 12℃)冷水系統のうち、ターボ冷凍機 TR-2は蓄熱槽を介した冷水供給を行っており、蓄熱、追掛の同時運転ができず、蓄熱槽が放熱完了すると、蓄熱完了まで放熱できないため、大型のTR-3が最小流量運転で短時間運転を繰り返す効率の悪い熱源運用となっていた。そこで、この課題を改善するためにTR-2の蓄熱・追掛同時運転化工事を実施した(図7)。改修後、低負荷時におけるTR-3の運転抑制により、システムCOPの約3.9%向上が得られた。

### おわりに

虎ノ門ヒルズではVPP実証事業にも参加しており、蓄熱槽の可能性を最大限利用した熱源システムを構築、運用している。ヒートポンプの熱回収運転、蓄熱槽クッションタンク利用、最適運転支援ツール、コミッショニングによる改善事例は十分に汎用性のある取り組みであり、今回の事例を参考に、世の中に広く普及することを期待している。

図4 6℃系統 単位製造熱量あたりのエネルギー消費量 シミュレーションと実績の比較

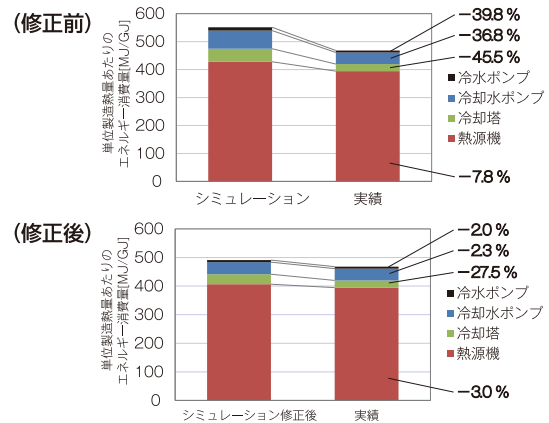


図5 年間冷熱システムCOPの推移

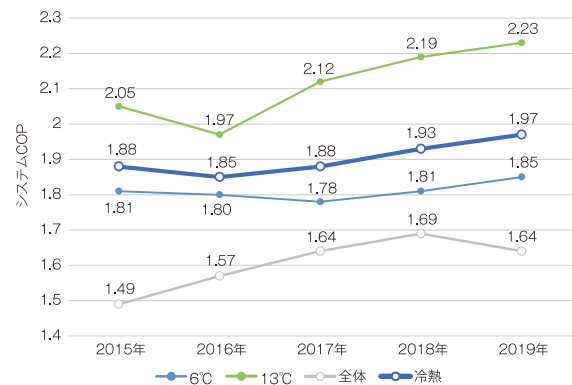


図6 熱回収運転特性

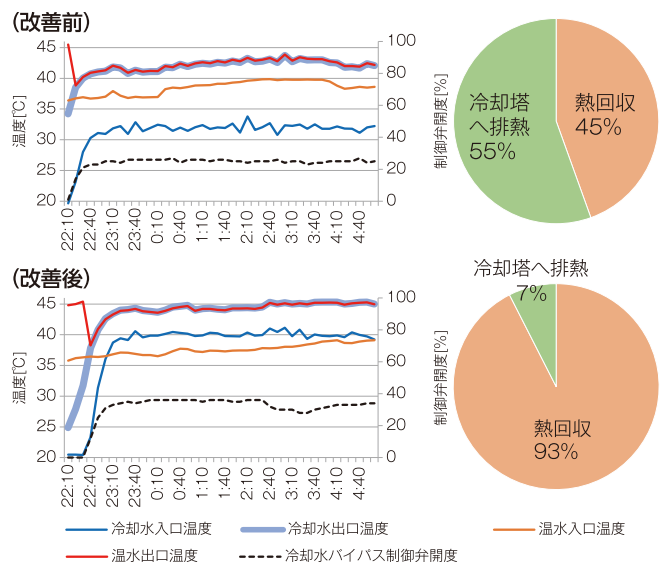


図7 TR-2における蓄熱・追掛運転改修概要

改修内容：「蓄熱・追掛同時運転」モード追加

TR-2が起動すると、蓄熱槽の高温槽から冷水をくみ上げ、冷水を製造。冷水は2次側へ供給。蓄熱・追掛同時運転モード中は圧力調節弁にて圧力制御を行い、制御弁設定圧を超えた場合にバルブ開とし、蓄熱槽への蓄熱を行う。

